

## 分散協調学習システムの構築とその評価

久國 正吉<sup>1)</sup> 田村 武志<sup>1)</sup> 佐藤博文<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>大阪府立大学 総合情報センター 大阪府堺市学園町1-1

<sup>2)</sup>中央大学 経済学部 東京都八王子市東中野 742-1

Tel: <sup>1)</sup> 0722-54-9154 <sup>2)</sup> 0426-74-3391

E-mail: <sup>1)</sup> tamura@center.osakafu-u.ac.jp

<sup>2)</sup> fsato@tamacc.chuo-u.ac.jp

### あらまし

遠隔教育システムは、同期型システムと非同期型システムおよび両者を統合した同期・非同期統合型システムに分類できる。本論文では、はじめに、3つの類型の機能、特徴および事例についてまとめる。次に、汎用の分散協調学習システム開発ツールを用いて非同期型の学習システムを開発したので、開発方法、学習方法および評価結果について述べる。

### キーワード

遠隔教育システム、同期型システム、非同期型システム、H323、分散協調型学習システム

## Construction and Evaluation of Distributed-Collaborative Learning System

Tadayoshi HISAKUNI<sup>1)</sup>, Takeshi TAMURA<sup>1)</sup>, Fumihiko SATO<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Library & Science Information Center, Osaka Prefecture University

<sup>2)</sup>Faculty of Economics, Chuo University

Tel: <sup>1)</sup> 0722-54-9154 <sup>2)</sup> 0426-74-3391

E-mail: <sup>1)</sup> tamura@center.osakafu-u.ac.jp

<sup>2)</sup> fsato@tamacc.chuo-u.ac.jp

### Abstract

Distance education systems can be classified into three categories such as real-time system, Web-based system or integrated system. In this paper, firstly, configuration, structure, function and feature of each system shall be summarized with some examples. Secondly, it shall be presented how the Web-based learning system has been developed with a setting-up tool for distributed-collaborative learning system for general purpose, and the results of the evaluation of the system shall also be shown.

### Key Words

Distance learning system, Real-time system, Web based system, H323, Distributed collaborative learning system

## 1. まえがき

遠隔教育システムは、同期(リアルタイム)型、非同期(蓄積)型および同期・非同期統合型の3つに分類できる。同期型は、講師が遠隔地の受講者に対してテレビ会議システムを使ってライブで講義を行うものである。非同期型は、学習教材をあらかじめ Web サーバに蓄積しておき、受講者がいつでも好きな時にサーバにアクセスして学習するという方法である。同期・非同期統合型は、この両者を統合したもので受講者は、通常は Web サーバにアクセスして自己学習し、決められた時間にテレビ会議により講師の直接指導を受けるという方法である。現在の遠隔教育システムの大部分は同期型である。また、インターネットの普及により、最近 Web サーバと電子メール機能を使い、共同作業環境(グループウェア)技術を応用した新しい分散協調型の非同期型遠隔教育システムが注目されている。“Web 文化”が浸透している米国では、Web Based Distance Learning (WBDL) として普及している。一方、同期・非同期統合型は、未来型システムでまだあまり事例がないが、近未来にマルチメディア多地点間通信を実現する H. 323 (ITU 標準) 製品がでくると急速に普及するものと予測される。

近未来には、映像、音声およびデータをリアルタイムに扱うデスクトップテレビ会議と Web サーバ機能を統合した同期・非同期統合型環境が実現し、

きめ細やかな指導ができるようになるであろう。

本研究では、2つの汎用・非同期型学習システム構築ツールを用いて IP ネットワーク上で分散協調学習ができるシステムを開発し評価を行った。我々は、最終的には、同期・非同期統合型・遠隔教育システムの構築を目指しているが、本研究はその前段階として行うものである。

本稿では、はじめに遠隔教育システムを類型化し、それぞれの特徴および事例について述べ、次に2つの汎用・非同期型学習システム構築ツールにより作成した学習システムについて述べる。

## 2. 遠隔教育システムの類型

遠隔教育システムは、図1に示すように、同期(リアルタイム)型、非同期(蓄積)型および同期・非同期統合型の3つに分類できる。

### 2.1 同期(リアルタイム)型

同期型システムは、映像伝送装置やデスクトップ型のテレビ会議端末を使って、講師と遠隔地の受講者がリアルタイムに講義や質疑応答をするシステムである。伝送系としては、衛星通信や ISDN が使われる。また、企業や大学等では、専用回線を使う場合もある。テレビ会議システムが普及し、端末数も増えてくると、端末間の相互通信を如何に実現するか、重要な問題になる。ITU-T (International Telecommunication Union) では、メーカの機種に依存することなく、どこかのメーカの端

末同士でも通信ができるようにテレビ会議のための国際標準(H.261)を定めている。H.261は64Kbpsから2Mbpsまでの速度を対象とした画像符号化方式の標準で、CODECの標準でもある。画像符号化アルゴリズムとしてDCT(離散コサイン変換)を主とし、これにフレーム間動き補償予測を組み合わせた符号化方式を採用している。H.261標準に準拠したテレビ会議端末であれば、メーカが異なっても互いに接続することができる。

同期型システムを利用して遠隔教育を実施している例として、文部省の付属機関であるメディア教育開発センターが運営するSCS (Space

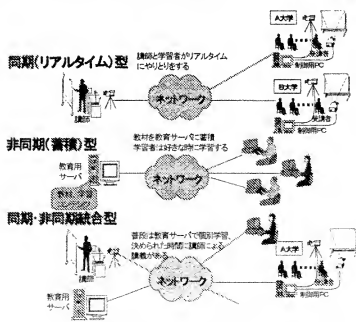


図1 遠隔教育システムの類型

遠隔教育ができるようになっていく。本システムは、ATM-LAN モード(384Kbps)と ISDN モード(128Kbps)で利用できる。書画カメラは、受講者に提示する実物や図、写真を伝送する。また、電子ボードは、講師がボードに手書きの文字を伝送する。ビデオサーボは、講義のためにあらかじめ制作したアニメーションや動画シーンなどの映像素材を蓄積し、講義中にアイコン操作により高速伝送することができる。近々、このシステムをH.323ベースの環境に拡張し、同期・非同期統合型遠隔教育システムを構築する計画である。

### 3. 学習システムの構築と評価

#### 3.1 構築支援ツール

2つの汎用分散協調型学習システム構築支援ツールを使って学習システムを開発した。

##### (1) LearningSpace

LearningSpace は、ロタスノート(ドミノ)の機能を基盤とし、その上に非同期(蓄積)型学習システムを構築するためのもので、協調的チーム学習空間を特徴としたシステムである。具体的には、ロタスノートとWebの持つユニークな共同作業環境(グループウェア)技術をベースにしたもので、学習者はいつでも、どこからでも学習に参加でき、チーム学習や協調学習ができるという特徴がある。LearningSpace は、企業の社員教育や生涯教育、大学における教育に適用できる。LearningSpace には、スケジュールデータベース、メディアセンターデータベース、コースルーム、プロフィールデータベースおよび評価管理システムの5つのデータベース機能がある。これらの機能は、学習者の自己学習を支援し、問題解決能力や新しい話題について討議する場合、グループ学習の利点を取り入れたクラスルーム活動などを提供する。

##### (2) CALsurf

CALsurf は、NTT 情報通信研究所が開発した分散型知的教育システム「CALAT」を基にしてNTT ソフトウェア(株)が実用化した分散型知的CAIである。これは、インターネット上で動作する個人適応型の知的CAIシステムといってもよい。特徴は、学習者がWWWブラウザとマルチメディアビューアだけを使って学習するもので、特別なハードやソフトが必要のないことである。また、イ

ンターネットを利用して、いつでもどこからでも自分のペースで学習できること、個人の理解状況に合わせて学習内容や進み具合を調整してくれることが特徴である。また、教材作成者はプログラミングで、オーサリングツールを使って教材の構成・整合性チェックをすることができる。さらに、Webの汎用プロトコルを用いているので一般的なマルチメディアデータであれば何でも利用できること、サーバ上のデータの修正だけで再配布の必要がないこと等が特徴として挙げられる。

#### 3.2 教材開発

##### (1) 教材の内容

開発した教材は、インターネットの仕組みを中心として、情報ネットワークの基本概念が習得できるものである。教材内容を表に示す。学習者は、

表 教材内容	
学習項目	学習内容
1. インターネットとは	(1) インターネットとはサイバースペース (2) 特徴 (3) しくみ
2. インターネットでできること	(1) 電子メール (2) 電子ニュース (3) ファイル転送 (4) リモートログイン (5) 情報検索 (6) テレビ会議
3. インターネットの基本構成	(1) WWWサーバとクライアントとの情報交換 (2) HTTPとHTMLファイル
4. サーバの動作	(1) サーバの種類 (2) DNSサーバの動作 (3) メールサーバの動作 (4) ニュースサーバの動作
5. インターネットへの接続	(1) ダイヤルアップ接続

情報ネットワーク技術を習得しようとする理工系の学生または企業等でネットワーク技術者や情報処理技術者をめざす初心者を対象としている。

##### (2) LearningSpace による教材開発

LearningSpace における教材開発は次の手順で行った。教材の一部を図2に示す。

- 1) PowerPoint で図を作成する。
- 2) PowerPoint のノートブックで文章を作成する。
- 3) 章立て、モジュール、ユニット、セクションなど、構成を決定する。

Corroboration System)がある。また、東京工業大学と豊橋科学技術大学が、主に企業人向けに行う衛星通信公開講座がある。また北海道情報大学(Pine-Net)が専門学校に対して行う講座がある。その他、私立大学ジョイントサテライト事業も計画されている。日本大学や東海大学では、独自に遠隔教育システムを持ち、離れたキャンパス間で遠隔講義を行っている。

## 2.2 非同期(蓄積)型

非同期型システムは、Webサーバを利用したシステムで、学習者が分散配置されたWebサーバにアクセスし、いつでも手軽に学習するというシステムである。米国では、Web Based Distance Learning(WBDL)として一般に普及している。この方法により大学等の教育機関が教育用Webサーバを立上げ、数多くの学習プログラム(Online course)をインターネットで提供している。提供されるコースも大学院レベルから学部レベル、専門学校レベルと多様である。また、学習対象も学生から社会人に至るまで多様である。例えば、スタンフォード大学、専門教育開発センターでは、約200におよぶ学部教育コースの配信を行っている。インディアナ大学・生涯学習センターでは、学部教育と法学および教育学修士コースがWBDLで学習できるようになっている。ラドフォード大学でも学部および大学院レベルのコースがWBDLで受講可能である。日本でも兵庫教育大学や大阪市立大学では、インターネットを使ってWBDLを実践している。また、インターネット基盤上での新しい高等教育のあり方を研究するためにWIDE大学が試行実験中である。

## 2.3 同期・非同期統合型

### (1)通信・放送メディアとWBDLとの統合型システム

米国におけるWBDLは、単にインターネット経由で学習プログラムをダウンロードし、非同期(蓄積)型で学習するだけでなく、これにビデオテープや、生放送(Live)、双方向型のビデオ会議(同期型)、電話などの各種通信・放送メディアを組み合わせるということがある。スタンフォード大学では、地元のテレビ放送局と連携して統合型システムにより遠隔教育を実施している。同じく米国の教育リソースセンターでは、インターネットを中心にビデオ、オーディオ、コン

ピュータ、インタラクティブTV、電子メールなどを使ったメディア融合型の教育が行われている。このように、米国では、通信・放送メディアとインターネットなど、各種メディアを組み合わせた統合型の遠隔教育が一般的になりつつある。

### 2.4 同期・非同期統合型次世代遠隔教育システム

#### (1)H.323をベースにしたマルチメディア多地点間通信

H.323はインターネットを含むIP(Internet protocol)ベースのネットワーク上でマルチメディア多地点間通信を実現するためのITU勧告である。すなわち、ネットワーク上で映像、音声、データなど、いわゆるマルチメディア情報を伝送・交換、共有するための機能を提供するものである。H.323は、1996年に標準化された。H.323は、マルチメディア通信基盤を提供する国際標準として今最も注目されている勧告である。現在、インターネット電話はこのH.323をベースに行われている。一般にLANではいろいろなユーザが伝送路を使うことになるが、利用者一人一人の伝送帯域は保証されているわけではない。伝送チャネルのサービス特性(QoS: Quality of Control)が保証されない非保証LAN上で、マルチメディア多地点間通信を可能にし、加えてISDNなど、WAN上のテレビ会議端末(H.320)との相互通信を可能にする国際標準がH.323である。H.323では、例え通信品質は劣化してもLAN上でマルチメディア(H.323)端末での多地点接続が可能であることから市場ニーズが高く、今後益々発展していくものと考えられる。H.323は、LAN-WANシームレスなネットワーク環境でマルチメディア多地点間通信ができることから、今後、遠隔教育を実現するインフラとして使われるようになるであろう。

#### (2)次世代型遠隔教育・学習システム

我々は、現在、次世代型遠隔教育・学習システムの研究開発に取り組んでいる。研究の目的は、ISDN回線と低コストのパソコンを利用し、映像、音声およびデータなど、マルチメディア情報を駆使した環境で、教育効果を最大に上げることである。このシステムでは、PictureTel Live200に書画カメラ、ビデオサーバ(V-Cache)、電子ボードおよび外部カメラを付加し、マルチメディアを駆使した

#### 4) 補足説明が必要なところを洗い出し、システム

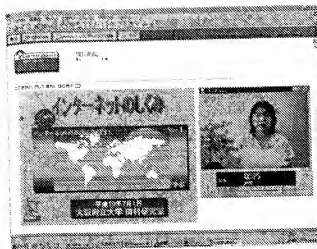


図2 LearningSpaceで作成した教材の一部

に PowerPoint を張り付ける。PowerPoint を保存するときは GIF 形式を指定し、保存する。

5) ノートでは「呼び出し」でページに貼り付ける。

6) 説明文の追加は、PowerPoint のノートブックで作成済みの文章をカット&ペーストする。

7) 詳細説明、補足説明など、メディアセンターに登録する資料を作成する。

8) スケジュール文書から文書リンクを作成し、メディアセンターにリンクをはり登録処理を行う。必要に応じて、テキストポップアップや WWW リンクなども作成する。

9) 教材内容やリンクに矛盾はないかどうか、教材の整合性の検査を行う。

#### (3) LearningSpace による学習

学習者が学習する場合の手順は次のとおりである。

1) まず、学習者はスケジュールデータベースにアクセスし、コーススケジュールを確認する。コーススケジュール画面を図2に示す。コースによっては、学習期限が指示されている場合があるので注意する必要がある。また、どののセッションから学習を初めてもよい。

2) 提示されたスケジュールに従って学習を進める。コースのはじめには、図2に示すようにメディアセンターの講師が映像でコースのねらい、学習目標、学習のポイント、学習方法などを説明する。

3) スケジュールデータベースから学習に入る。PowerPoint による図と文章による画面が提示さ

れるので、学習者はこれを見ながら学習する。メディアセンターやコースルームから課題が提示される場合があるので、その指示どおりに学習を進める必要がある。

4) 学習者同士で問題解決が図れる場合もあるので、学習の途中で分からないことがある時はプロフィールデータベースのリストから同じ科目を学習している人にもメールを出して問い合わせる。

5) もちろん、メディアセンターの講師にメールを出して問い合わせてもよい。

6) ディスカッションのテーマが出题されているので学習者同士で意見交換をする。ディスカッションの場合にはメディアセンターの講師がコーディネートしてくれる。

7) 最後にレポートを提出して学習を修了する。

#### (4) CALsurf による教材開発

CALsurf の場合における教材開発は次の手順で行った。図3に教材の一部を示す。

1) CALsurf の場合、全体的には、教材企画、設計、ツールによる入力、試験・評価という手順で開発を進める。

2) 教材設計では、学習目標の決定、シナリオ作成、教材原案の作成を行う。

3) 学習目標では、「～ができる」というように具体

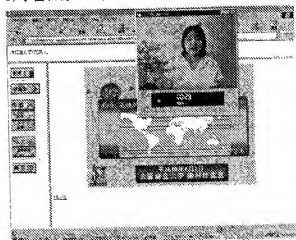


図3 CALsurfで作成した教材の一部

的な目標を設定する。

4) シナリオは、階層の一単位としてのセッション(例えば目次)と、最小単位としてのエレメント(画面など)から構成される。学習目標に合わせてセッションとエレメントを作成し、教材のストーリー化を行う。

5) 教材内容をオーサリングツール (Author) を使って入力する。

6) 入力した教材のチェックを行う。整合性のチェックは Author で行うことができる。

#### (5) CALsurfによる学習

学習者が学習する場合の手順は次のとおりである。

1) ブラウザを起動し、CALsurf サーバへアクセスする。

2) 学習者の名前とパスワードを入力し、教材と学習方法 (学習者履歴、学習スタイル) を選択し学習を開始する。

3) 要所要所に練習問題があるので、これに回答し、理解度をチェックする。また、ヒントも用意されているので利用する。回答を数回間違えると正答表示と補習があり、関連教材を再度学習することになる。また、講師にメールを出して質問ができるようになっていいる。

4) 用語の解説ボタンがあるので、必要に応じて活用する。

5) しおりの設定が自由に出来るので、重要と思われるところには印を付けておき復習する。

6) 目次ボタンを押すと学習中の教材目次一覧と目次の学習状況が確認できる。更に学習状況ボタンを押すと、習得率など更に詳しい学習状況が確認できる。

7) 進捗履歴が記録できるので、学習を一旦中断し、再開することもできるし、そのまま終了することも出来る。

#### 3.3 学習システムの評価

開発した教材について学習者の評価を行った。ただし、学習者数が少ないために意見をまとめた程度であり、定量的な評価はこれからである。また、LearningSpace での教材開発が早く終了したので LearningSpace での評価結果である。

1) 参考書の様である (本とあまりかわらない)、2) ビデオのシーンをもっと増やして欲しい、3) 1ページの文章量は適当である、4) Notes の使い方など、システムの使い方に習熟する必要がある、5) メディアセンターの資料が少ない、6) コースルーム (ディスカッション) を有効にうまく使えなかった、8) 学習者がお互いにすぐ近くにいるので、遠隔講義の臨場感があまりなかった、9) お互いの顔見知りなので、プロフィールデータベースの意

味があまりなかった。

#### 4. あとがき

本論文では、最初に遠隔教育システムの3つのタイプについて整理し、その機能、特徴及び事例について述べた。近未来には、H.323ベースによる LAN+WAN シームレスな環境でマルチメディア多地点間会議による同期・非同期統合型の遠隔教育が実現できるようになる。しかし、重要なことは、このようなインフラ上で遠隔教育を行う場合の学習コンテンツをどうするか、ということである。我々は、LearningSpace や CALsurf のような Web を利用した非同期型システムを同期・非同期統合型システムに発展させる研究とあわせて、その上に載せるべきコンテンツの作成と運用・管理方法について検討している。

本研究は、NTT 研究所との共同研究によるものである。また、CALsurf への教材インストールについては NTT マルチメディア総合研究所・関西オフィスの土田所長ならびに関西システム開発センターの滝内氏の支援によるものであることを付記し、ここに謝意を表します。

#### 【参考文献】

- [1] Background Articles on Distance Learning: LearningSpace Education Bootcamp, Lotus Education Solutions group (1996)
- [2] <http://www.sfc.wide.ac.jp/soi/contents.html>
- [3] CALsurf教材作成セミナー資料, NTT ソフトウェア (株) 編著 (1996)
- [4] 久國正吉, 田村武志, 島中宏: 分散協調学習支援ツールによる学習システムの構築, 教育システム情報学会第23回全国大会論文誌 pp.205-208 (1998.8)
- [5] 田村武志, 傍島邦徳: 衛星インターネットによる Web-based Distance Learning の実現, 信学技報, ET97-55 pp.109-114 (1997.9)
- [6] 田村武志, 宮本貴朗, 傍島邦徳, 小島篤博: マルチメディア遠隔講義システムの構築と操作環境の開発, 信学技報, ET98-43 pp.93-98 (1998.6)
- [7] <http://calat.isl.ntt.co.jp>
- [8] <http://calsurf.ntts.co.jp>